

S Z E M L E

A trágya-táplálóanyag megválasztásának útjai*

(Dworak Lajos előadása élénk vitát váltott ki. A felmerült véleményeknek lapunk következő számaiban adunk helyet.

Szerkesztőbizottság)

I. Durva módszerek

A közvetlenül a háború után elindított, de csak az elmúlt évben létesült demokratikus tudományos szervek megértésével és méltánylásával újtárra bocsátott programunkat sokféleképpen lehet megjelölni. Nevezhetjük a növénytermelés tapasztalati mestersege tudományos technológiává alakításának, vagyis a növényipar kiépítésének (2). Viljamsznak a termelési tényezők együttes hatásáról és alkalmazásáról vallott tana kifejtésének, a legprimitívebb növénytermelési gyakorlati tapasztalatok és a legmagasabb tudományos elemek kapcsolásának, a termelési eljárásoknak a növényvel összefüggése kutatásának, a gyakorlati növénytermelési szakkönyvek természettudományos és matematikai nyelvű átformálásának, a földművelés ősi tudománya számszerűsítésének, a parasztnak a munkás értelmi színvonalához felemelésének, társadalmi osztályok műveltségi foka közötti szakadékok kiegyenlítésének, vagy sok másnak. Mindez ugyanazt az egyet jelenti. Csak egyet nem. Kis feladatot.

Amit magunkra vállaltunk, igen nagy munkát jelentő program. Az egész komplexus sok ezer kérdése megoldásának mikéntjét jól látni ma már módunkban van, a részletekhez fogtunk tehát hozzá, hogy belőle a nagy egészet felépítsük. A jelen tanulmány is ilyen részlet. Éppen ezért egyes türelmetlen hazai szakférfiak különlegesen elvonatkoztatott ama kívánságainak eleget tenni még nem vagyunk képesek, hogy máról holnapra az egész kérdéstömeg megoldását nyújtjuk. Először az egész probléma megértésére van szükség. A szakköröknek először munkánk átfogó jellegét, külföldi viszonylatban is elsőrendű jelentőségét, a születő új tudománynak a többi tudományok rendszerében elfoglalt helyét, a vele érintkező egyes tudományok évszázados elmaradottságát kell felismerniük,

majd e felismeréseket magasröptűen kell mérlegelniük, a mérlegelési eredményekből pedig konkrét népgazdasági jellegű következtetéseket kell levonniuk, hogy célkitűzéseinkről tárgyilagos véleményt nyilvánítani és a felmerülő kérdésekhez egyáltalán hozzászólni képesek legyenek.

Az a tárgykör, amelyre a mostani két előadás kiterjed, tehát a trágyázástan, kutatási területünk igen kicsi, talán 1/50 része. Maga a téma pedig, amelyről szó lesz, a táplálóanyag-megválasztás, még ennél is kisebb.

Mi a táplálóanyag-megválasztás? Gyakorlati tapasztalati eljárás, segítségével a gazda a maga részére a trágyákat a talaj neme, a növény faja szerint (az istállótrágyától a távolság és elővetemény figyelembevételével) kikeresi. A megválasztásnál követendő szempontokat minden növénytermelési szakkönyvben, műtrágyázási útmutatóban megtaláljuk, pl. ilyen formában: »Agyagon a szuperfoszfát legtöbbször hatástalan. A vályogon rendszerint jól értékesül a foszforsav, és ha a talaj sovány, nitrogén-műtrágyázásra is rászorul. Homokon, ha világos, harmadiknak a kálit is kipróbálhatjuk. Ha fekete, csak foszforsav- és kálitrágyázásban kell részesíteni, mint a láptalajt. Cukorrépa, burgonya, ipari növények alá és minőségi termelésben különlegesen kálit juttatunk a talajba. Ezzel szemben szalastakarmányoknál a minőség másodrangú kérdés és így a legtöbbször nitrogénnel bőven trágyázhatók. Stb., stb.« A táplálóanyag-megválasztás ilyen és hasonló szabályai sűrített tapasztalati megfigyelések, amelyek a gazdát főleg a műtrágyák kikeresésében eligazítják. Ezek a tapasztalatok tudományos szabatossággal nincsenek megalapozva és ami igen fontos részünkre, a műtrágyák alkalmazása esetére nem helyeznek okvetlenül nagy hatást keltésbe. Az ilyen hatást legfeljebb reméltetik. Ez érthető, hiszen a helyes megválasztás nem jár az egyébként a táplálóanyag-abszorpciótól függő nagy hatással feltétlenül együtt és így a gyakorlat, helyesen, a műtrágya-megválasztást a hatás mekkorásával kapcsolatba nem is hozza.

Mivel a táplálóanyag-megválasztás vázolt témája más, már kidolgozott vagy kidolgozás alatt álló területekkel is összefügg, a közlendő

* Előadta a MKK-ban tartott szakmai előadássorozat keretében 1950 március 6-án. Erk.: 1950 április 2.

szám adatok megbízhatók ugyan, de pontosa-
gukhoz szó fér. A pontosság mértékéről kell
tehát először néhány szót az alábbiakban
elmondanunk.

Mint ismeretes, összes munkáinkban *főleg*
gyakorlati adatokból indulunk ki. Ezeket a
természettudományok követelményeinek meg-
felelő formába foglalva és a használhatóság
óriási különbözetével megterhelve gazdálkodá-
sunk jobb boldogulására újból visszaadjuk.
Ilyen kiindulási adatok pl. jelen esetben, hogy
a cukorrépa hazai átlagtermése kat. holdanként
116 q, hogy a szuperfoszfát 150 kg-jának
kísérleti hatása rozsnál nálunk kat. holdanként
0.95 q magtermés-növekedés, hogy a hazai maxi-
mális búzatermés a gyakorlati könyvek szerint
nálunk kat. holdanként 24 q, és így tovább.
Amikor azután munkánkban ilyen és sok más
hasonló adatot vonatkozásokba hozunk, majd
az összefüggések kibogozódnak, nem egy esetben
derül ki, hogy egyik-másik gyakorlati kiindulási
adat csak megközelítő pontosságú. Pl. kiderült
az, hogy a búza valódi maximális átlagtermése
az irodalminak nem felel meg, hogy a szuper-
foszfát országos hatása a kísérleti eredménytől
néhány kg-mal eltérhet, hogy a cukorrépa által
területegységenként kivont nitrogénmennyiség
az irodalomban megadottnál valamivel kisebb,
stb. Természetes, ha a gyakorlati adatokat
korrigálni sikerül, ezeket a most már pontos
adatokat kell módszereinkben felhasználnunk.
Vagyis egész értékelésünket a régi kiindulással
ugyan, de most már pontos kezdő adatokkal újból
előlről át kell járítanunk, hiszen minden mozza-
mata mint a láncszemek sora következik egymás
után. Ezt az idegölő, tisztán mechanikus és
ezért improduktív átszámításokban kimerülő
munkát már eddig is több esetben végre tudtuk
hajtani, ha pedig valamelyik gyakorlati adat
pontatlansága csak a későbbiekben derül majd
ki, az átszámítást újból el kell végeznünk.
Végeredményben tehát, mivel a gyakorlati
adatokat a gyakorlat nem állapítja meg pontosan
vagyis mivel pl. terméseit nem méri analitikai
mérlegen, de a vizet sem adagolja pipettával
vagy a kísérleti parcellákat sem méri le cm-nyi
pontossággal, hanem sokszor csak durva számo-
kat közöl. adataink pontatlanok azoknak az
adatoknak erejéig, amelyek pontosságának
kontrollálására ezideig nem kerülhetett sor.
Illetve: *amilyen mértékben pontosak a még nem*
korrigált gyakorlati adatok, olyan mértékben
pontos a mi munkánk is még sok területen.
Ez a körülmény tehát távolról sem jelenti azt,
hogy közlendő adataink megbízhatatlanok vagy
rosszak volnának.

Amikor 1943-ban a talaj tápláléértékéről
szóló tanulmány megjelent (1), megszokott
dolog volt, hogy a szakkörök ezt a dolgot is
is vegyes érzésekkel fogadták. Pedig a tápláló-
anyagok megválasztásának durva módszerei
szűkebb értelemben erre a tanulmányra épülnek.
Hogy tisztán lássunk a kérdésben, az emlí-

tett egész dolgozatban összefoglalóan arról volt
szó, hogyan lehet a talaj valamilyen módon meg-
határozott táplálóanyag-féleségeinek mennyi-
ségi viszonyait összevontan egy számmal érzé-
keltetni. A kiindulás az volt, ha a takarmány
táplálóanyagait zsírtartalomképeségük alapján
zsírra, majd pedig ezt valamely táplálóanyagra,
pl. keményítőre visszaszámítani képesek
vagyunk, akkor kell lennie egy — *hangsúlyozottan*
mondva: minden növényfiziológiai szemponttól
elvonatkoztatott — száraz matematikai eljárásnak
is, amely a talaj táplálóanyagainak egyetlen
számmal megadását, jellemzését lehetővé teszi.

A számítás menete egy példán szemléltetve,
a későbbiekben is a táplálóanyagokat mindig
az alanti sorrendben írva, a következő volt.

Ha a talaj királyvízben oldódó »összes«
táplálóanyag-tartalma mg-okban 100 g-onként

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
163	135	297

és egy közvetítőnek felvett növény, pl. az ősz
búza kat. holdnyi termésebe, azaz 8,20 q
szembe és a hozzátartozó szalmába vándorló táp-
láálóanyag-mennyiségek sorban

25,2	10,5	19,9
------	------	------

kg-ot tesznek ki, akkor egyszerű arányosítással
adódik, hogy a 100 g talajban lévő táplálóanyag-
mennyiségek

0,0000530	0,0001054	0,0001223
-----------	-----------	-----------

q búzába és a hozzátartozó szalmába vándorol-
nának, ha áthasonolók volnának. E három
»apró termés« összege 0,0002807 q. Elosztva
a táplálóanyagok számával, azaz 3-mal,
0,0000936 q-t kapunk, azt a termést, melyben
a három táplálóanyag egyidejűen van egymás-
mellett jelen. Hiszen a három táplálóanyag
nem külön-külön három, hanem csak egy ter-
mésben van érdekelve. Ha most aztán ismét
egyszerű hármasszabállyal visszafelé számítjuk,
hogy ebben a 0,0000936 q termésben a tápláló-
anyagok valamelyikéből, pl. a foszforsavból
mennyi található, akkor a kapott 292-es szám
jelzi, hogy a talaj három táplálóanyagának
mindegyike 292 mg foszforsavval egyenértékű,
természetesen nem növényélettani, hanem
matematikai értelemben. A kapott szám már
nem 292 mg foszforsav, hanem a talaj foszforsav-
értéke, a talaj foszforsavra vonatkoztatott
K-száma (K_{P₂O₅}), amely a három táplálóanyag
mennyiségi viszonyait 100 g talajban most már
egy számban kifejezve szemlélteti.

Ha a kálintúli táplálóanyagokat, pl. a
CaO-t, MgO-t, stb.-t is bevonjuk e számításba,
az összcadott apró terméseket természetesen
nem 3-mal, hanem a táplálóanyagok számának
megfelelő számmal osztjuk el.

Közbevetőleg kell megjegyezni, hogy a kat.
holdanként kivont táplálóanyag-mennyiségek
nem tartalmazzák a talajban és a gyökerekben
lévő táplálóanyagokat, melyek a szembe és

szalmába asszimilálódóknak mintegy 10%-át képezik. Vagyis a 8,2 q szemnek megfelelő termésbe áthasonuló táplálóanyag-mennyiségeket még 10%-kal növelni kellene. A gyökerekben lévő táplálóanyagok mellőzése azonban — mint látni fogjuk — későbbi megállapításainkat nem módosítja, vagyis csupán a szembe és szalmába átmenő táplálóanyag-mennyiségek felhasználásával is helyesen járunk el.

A tárgyra térve a durva táplálóanyag-megválasztó módszerek részére nem a talaj K-száma, hanem az *apró termések előállításáig terjedően a számítás menete* a fontos. Mi történt ebben a számításban? A 8,2 q búzába áthasonuló, felszívódó táplálóanyagok segítségével — ezeket 8,2 q búza hamujában utólag megtaláljuk — a talaj mindegyik »összes« táplálóanyag-féljét termésbe számítottuk át. A fenn közölt apró terméseket hoznák létre a talaj egyes »összes« táplálóanyag-féleségei, ha bevándorlók volnának. Természetesen azt hangsúlyoznunk sem kell, hogy az »összes« táplálóanyagok a valóságban a növénybe nem szívódnak fel. De azzal, hogy a ténylegesen áthasonuló táplálóanyagok segítségével termésekbe váltottuk át őket és a talaj egyes »összes« táplálóanyag-féleségeit most termésekben kifejezve szemlélhetjük, máris elértük célunkat. *T. i. kérdésünk az, ha nem a talaj ténylegesen áthasonuló táplálóanyag-adatai vannak birtokunkban, hanem egyéb módon, pl. a királyvízben meghatározott »összes« táplálóanyag-félék, akkor ezeket az adatokat a »durva« trágyamegválasztás céljára hogyan hasznosíthatjuk?* Mint láttuk úgy, hogy — mint feltételeztettük egészükből áthasonuló táplálóanyagokkal — a kat. holdanként ténylegesen felszívódó táplálóanyagok segítségével először apró terméseket, pl. búza-terméseket állítottunk belőlük elő.

E termések jobb szemléltetésre, elbírálásra az alantiek szerint további átalakításra szorulnak.

Példánkban szereplő »összes« táplálóanyag-tartalmak — ezt most már megemlíthetjük — Magyarország szántóföldi talajának átlagos értékei. Meghatározásuk módját az országos talajmintán külön közlemény tárgyalja (5),

amelyre itt nem térünk ki. Szempontunkból csak az a lényeg, hogy az ilyen összetételű talajon a statisztika szerint kat. holdanként az ugyancsak példánkban szereplő átlagos 8,2 q búza terem. *Mint az apró termésekből látjuk, ez a termés a N-hez igazodik*, mert az apró termések között a többihez képest a N-nek megfelelő a legkisebb, bár maga az abszolút tartalom, a 163 mg N nem a legkisebb értékű.

Ha már most a N apró termését normális nagyságú termésben kívánjuk kifejezni, $8,2 : 0,0000530 = 154,629$ -cel meg kell szoroznunk, hogy belőle 8,2 q-t kapjunk. Természetesen a többi táplálóanyagot is ezzel a számmal kell szoroznunk, ha apró terméseiket normális nagyságú termésekben akarjuk szemléltetni. E termések szorzás után sorban

8,20 16,30 18,91

q-t tesznek ki és jelzik, hogy az egyes »összes« táplálóanyagok az átlagtalajban mekkora termések előállítására volnának képesek. E termések, *termésekben kifejezett táplálóanyag-tartalmakat jelentenek, röviden »számított terméseknek hívhatók* és akkor is előállíthatók, ha az átlagtalaj »összes« táplálóanyag-mennyiségeit közvetlenül a

$8,20 : 163 = 0,0503$ $16,30 : 135 = 0,1208$ $18,91 : 297 = 0,0637$

faktorokkal szorozzuk.

Magától értetődő az, hogy a *faktorokkal bármely talaj »összes« tartalmait szorozva számított terméseit előállíthatjuk*. Pl. intézetünk talajának 100 g-jában van

209 196 202

mg táplálóanyag. A számított búzatermések sorban

10,50 23,67 12,86

q-nak adódnak, minimumban itt is a N van. Ezzel szemben az abszolút táplálóanyag-tartalmak összehasonlításával — helytelenül — a P_2O_5 adódik minimumban lévőnek.

Visszatérve az országos talaj számított terméseire ezekből az adódik, hogy *nálunk országos viszonylatban őszi búzánál első sorban*

I. táblázat

Növény	Átlagtermés q/k. h. szem, ill. gyökér	$\frac{1}{F}$ ha búza = 1	»Összes« táplálóanyag az átlagtalajban mg			Az átlagtermésbe felszívódó táplálóanyagok kg*		
			N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Őszi búza ...	8,2	1,000**	163	135	297	25,2	10,5	19,9
Őszi rozs.....	6,9	0,562	92	75	167	20,7	10,6	19,6
Cukorrépa....	116	0,714	116	96	211	25,3	11,6	35,9

* Őszi búzánál és rozsánál a szalmába, cukorrépánál a leveles fejbe áthasonuló táplálóanyagokkal együtt.

** 0,9—0,8 is lehetséges.

a nitrogént kell pótolni, másodsorban a foszforsavat, harmadsorban pedig a káli, mivel a számított termések ebben a sorrendben növekednek. Valóban a gyakorlat bizonyítja, hogy a nitrogén hatása talajainkon eléggé egyetemes jellegű, a szuperfoszfát az esetek 60–70%-ában hat, a káli használata eléggé korlátozott, míg a mész, ha figyelmünk erre is kiterjedne, már 30%-nál kevesebb számú esetben érvényesül, hiszen szénsavas meszet nem tartalmazó, vagyis feltehetően nem eléggé meszes talajaink száma az összeseknek kb. 30%-a.

Mint az őszi búzánál, a faktorokat az őszi rozsra és cukorrépára, de a többi növényre is a közölthöz hasonló módon ugyancsak ki lehet számítani, ha a szükséges adatokat, és pedig 1. a növény országos átlagtermését, 2. az átlagtalajnak a növény ferdeségi száma (F) reciprokával szorozott »összes« táplálóanyag-tartalmait és 3. az átlagtermésbe felszívódó táplálóanyagok mennyiségét ismerjük. Ezeket az értékeket az őszi búzára ismételten, valamint az őszi rozsra és cukorrépára az 1. táblázat foglalja össze. Utána az említett növényekre — a három táplálóanyagra — érvényes faktorokat írtuk fel.

Őszi búza	0,0503	0,1208	0,0636
Őszi rozs	0,0750	0,1460	0,0790
Cukorrépa	1,000	2,177	0,705

A táblázatban új fogalom a ferdeségi szám illetve ennek reciprok értéke. Szerepét a következőkben jellemezhetjük.

Őszi búzát az ország minden járásában illetve községében természetnek. Ha a termés-adatokból variációs görbét alkotunk olyan módon, hogy az alapvonalon a termések nagyságát tüntetjük fel, az egyes termések gyakoriságát pedig az alapvonalra emelt merőlegesekkel szemléltetjük, olyan variációs sokszöget kapunk, amelyben a termések átlagértékét a 8,2 q-s terméken át húzott vonal jelzi. Ez az átlagtermés a már ismert összetételű átlagtalajon terem.

Ha ugyanazon variációs közben a variációs görbét ezután az őszi rozsra rajzoljuk fel, azt látjuk, hogy sokszöge az őszi búzához képest balra eltolódik, balra ferdül. A rozs átlagtermése, a 6,9 q nem esik a búzával egybe, hanem attól balra helyezkedik el. Ez az eltolódás arányos a növény ferdeségi számával. Jelzi, hogy a rozs átlagtermése már nem az országos, hanem annál kisebb, a ferdeségi számmal módosított összetételű talajon terem. Ha tehát a rozs átlagterméséhez tartozó talaj összetételét meg akarjuk ismerni, az országos talaj összetételét a ferdeségi számmal osztani, illetve e szám reciprok értékével szorozni kell. Ez az oka annak, hogy a táblázatban az őszi rozs átlagtalajának »összes« táplálóanyag-tartalma kisebb, mint az őszi búzáé, mivel utóbbihoz tartozó talaj táplálóanyag-tartalmai az őszi rozs ferdeségi számának reciprok értékével szorozottak. Ha feltesszük,

hogy a búza az agyag növénye, akkor ezzel az eltolódással a rozs már a vályogtalajra kerül és búzával szemben homokon már jobban terem.

Hasonló a helyzeta cukorrépánál is. Átlagosan 116 q-t kitevő terméseiből alkotott ferdeségi száma a búzáé és a rozsé között foglal helyet, tehát a búza átlagtalajának táplálóanyag-tartalmai itt is a megfelelő reciprok ferdeségi számmal szorzandók.

A rozs és cukorrépa faktorait ezután az őszi búzához teljesen hasonlóan, de a ferdeségi számaik reciprokaival módosított talaj táplálóanyag-tartalmak segítségével számoljuk ki.

A ferdeségi számokról és azok jelentőségéről külön, már megjelent tanulmány szól (3), úgyhogy részletekre itt nem térünk ki.

Szorozzuk meg most a három növény fent már közölt faktoraival bármely talaj, pl. a búza már többször említett és jellemzett országos átlagtalaja 163, 135 és 297 mg-os táplálóanyag-tartalmait. Az eredmény:

Őszi búza	8,20	16,30	18,90
Őszi rozs	6,90	11,10	13,20
Cukorrépa	116	209	149

q számított termés.

Az adatokat grafikusán ábrázolva jól szemléltethetjük, hogy — a búza átlagtalaján — a búzánál és a rozsánál elsősorban a nitrogént, másodsorban a foszforsavat, harmadsorban a káli, ezzel szemben a cukorrépánál elsősorban a nitrogént, másodsorban a káli, harmadsorban a foszforsavat kell a trágyázásnál előtérbe helyezni. A felszívódó táplálóanyagok egyes növényeknél az átlagtalajon ilyen sorrendben növekednek a mindhárom esetben a relative legminimálisabb, a termést megszabó nitrogénhez képest.

A cukorrépánál a sorrend megváltozik, a foszforsav helyett a káli lép másodikként előtérbe, amit a gyakorlat a maga módján, de helyes érzéssel úgy magyaráz, hogy »a cukorrépában több a káli, ezért inkább igényli.« Valóban a cukorrépánál a káli második helyezésének oka az, hogy nagyobb kálifelvétele miatt a cukorrépa a talaj egyazon táplálóanyag-tartalmából kevesebb termést tud előállítani, mint a búza, ezért a cukorrépa az országos talajon káliból inkább szorul pótlásra, mint a búza, vagy rozs. Teljesen hasonló az eset hasonló okból a mésznél is, amelyről csak a későbbiekben lesz szó. A mész a cukorrépánál a harmadik helyen, a búzánál pedig a negyedik helyen végzik, ami ugyanazon talajon a cukorrépa nagyobb mészigényességét jelzi. Ez persze nem jelenti azt, hogy az országos talajon a mész pótlásra is szorulna. Azt, hogy a pótlandó táplálóanyagok sorrendi kiválasztásánál melyiknél álljunk meg, ugyancsak a későbbiekben tárgyaljuk.

A pótlandó táplálóanyagok sorrendjének helyességét bizonyítják az ötéves országos Péti Ső kísérletek más helyen ismertetésre kerülő, feldolgozott adatai, amelyek szerint mintegy 500

kísérletben országos átlagban az egyes műtrágyák a következőképpen fokozták q-ban és kat. holdanként a szem- illetve a gyökértérmet. Az adagolt műtrágyák mennyisége kat. holdanként a következő volt: $P = 150$ kg szuperfoszfát, $N = 60$ kg Péti Só és $K = 40\%$ -os kálisó. A zárójelbe tett számok arányszámokat jelentenek. A pótlendő táplálóanyagok sorrendjének megállapítására a hatások sorrendje szolgált.

	P	NP	NPK
Őszi búza ...	0,26 (1)	1,13 (4,3)	1,30 (5,0)
Őszi rozs...	0,46 (1)	1,47 (3,2)	1,38 (3,0)

	N	NP	NPK
Cukorrépa...	11,8 (1)	13,7 (1,16)	16,1 (1,40)

Az őszi búzánál a P alig fejt ki hatást, de N hozzáadásával jelentősen szaporodott, tehát első helyen a nitrogén áll. majd a foszfor-sav következik, míg a káli a NPK-ben a NP-hez képest már alig növelte a hatást, tehát harmadik helyre szorult.

A rozsnál ugyanaz az eset, de a káli hozzáadása már a termés csökkenésével is járhat.

A cukorrépánál ugyanazt látjuk, azzal a különbséggel, hogy a káli a cukorrépa nagyobb káliigényének megfelelően a foszfor-savnál valamivel nagyobb hatást eredményezett.

A táplálóanyag-megválasztás leírt módja már most alábbi rendkívüli előnyökkel jár. 1. A táplálóanyagokat egy nevezőn termékekben szemlélhetjük, miáltal azok szabatosan összehasonlíthatókká válnak. Az eddig használt abszolút táplálóanyag-tartalmak semmitmondók, mert összehasonlításra, közös nevezőre hozás nélkül — nyers formában — alkalmatlanok. 2. A táplálóanyagokat a relatív minimum-elmélet követelményei szerint egymáshoz képest bíráljuk el a relatív minimális és egyéb minimumban lévő táplálóanyagok kikeresésével. Nem nézünk tehát csak egy önmagában álló táplálóanyagot, vajjon a beléje helyezett határértéknél nagyobb, vagy kisebb-e? 3. Ugyanazon talajon a terméshen kifejezett táplálóanyagok növények szerint változnak, mert bennük egyúttal a növényi igények is tükrözőnek. A növények változatos nagyságú táplálóanyag-igényét — az egyes növényfajok átlagterméseinek változatos táplálóanyag-tartalmát — a számított termékekbe bele lehet dolgozni. Így a növények változatos igénye végeredményben magában a talajelemzésben jelentkezik.

De nemcsak a növényi igények ütköznek ki ilyen módon egészen pregnánsan a számított termékekben, hanem a számított termékek átalakításával kapott újabb adatokkal végzett további manipulációkkal is még sok más jellemző és gyakorlatilag fontos, a gyakorlatban homályosan körülírt, de ezután számszerűen és világosan reprodukálható gyakorlati nézet is kiemelezhető belőlük. Ezek már nem a pótlendő táplálóanyagok sorrendjére és számuk meg-

állapítására, hanem a pótlendő táplálóanyagok mennyiségének és egymásközi arányának számítására is vonatkoznak. A további adatok a szántóföldi érvényesülésnek, a trágyák szántóföldi hatásának kérdésével, az abszorpcióval függnek össze, ezért boncolgatásuk — a következőkre tekintettel is — itt mellőzhető. De már csak azért sem szabad a levonható további következtetésekkel foglalkoznunk, mert feladatunk a táplálóanyagok megválasztási módjának ismertetése, ez pedig az alkalmazandó táplálóanyagok sorrendjének és számának megállapításában merül ki. Mivel tehát hatás kérdésével a talaj táplálóanyag-tartalmi adatai nem illetve csak közvetve kapcsolódnak, a hatás kérdésére már csak elvi szempontból sem kíváncsi kitérni, mint azt a program tárgyalásánál is jelezhettük. És mielőtt továbbmennénk, mindezt jó ismételni, mert e téren az agrokémiában tökéletes a zűrzavar. Ennek végső oka ma is abban csúcsosodik ki, hogy az agrokémiában, ellentétben az alapvető elvi követelményekkel, a hatás nagyságát a táplálóanyag-tartalommal összefüggésben szemléljük. Az eredmény az, hogy az agrokémia egy évszázad alatt a trágyázástan elemi kérdéseit sem volt képes megoldani.

De térjünk a tárgyra és állítsuk elő a három növény számított terméseit egy adott talajon, pl. a nyíregyházi homokon.

»Összes« tartalma	125	86	107
mg, számított termései pedig			
őszi búzánál.....	6,28	10,38	6,81
őszi rozsnál.....	9,37	12,59	8,47
cukorrépánál.....	125	187	75

kg-ot tesznek ki. E talajon a búzánál pótlendő táplálóanyagok sorrendje 1. nitrogén, 2. káli, 3. foszfor-sav, a rozsnál és cukorrépánál 1. káli, 2. nitrogén, 3. foszfor-sav. Tehát más, mint az átlagtalajon. Mások a minimális számított termések is, az átlagtalajon — láttuk — legkisebb a roz, nagyobb a búza, még nagyobb a cukorrépa termése, a nyíregyházi homokon pedig a legkisebb a búza termése, nagyobb a cukorrépáé, és legnagyobb a rozé, összhangban a gyakorlati mérésekkel. És ez nem csodáltnivaló, hisz a munka egyrésze annak a törekvésnek, amely célkitűzésünk szerint a gyakorlatból kiindulva és abból mérítve minden tekintetbejövő területen általában a gyakorlati tények és ma az ezektől független, önmagukba zárt, elvonatkoztatott agrokémiai adatok összhangbahozását kívánja, hogy a gyakorlat számára használhatókká váljanak.

Térjünk most vissza faktorainkhoz és ezek alapját képező táblázathoz. Erről első pillanatra feltűnik csonkasága. Csonka annyiban, hogy az átlagtalaj táplálóanyag-tartalmát a K_2O -ig tartalmazza, holott az átlagtalajban mégösszesen CaO , MgO , Na_2O , SO_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Cl , stb. is van, melyek szintén régóta ismert növényi táplálóanyagok, de kevésbé fontosak,

bár a növényre nézve nélkülözhetetlenek. Vannak azonban adataink (6), melyekből megtudjuk, hogy a K_2O -on túli táplálóanyagokból az átlagtermések kat. holdanként milyen mennyiségeket hasonlítanak át. Ezek a három növényre kg-okban a következők:

	CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₂	SiO ₂	Cl
Őszi búza ...	4,7	3,4	1,5	2,0	51,1	2,1
Őszi rozs....	7,2	3,4	1,4	2,7	43,0	—
Cukorrépa...	10,9	8,7	15,9	3,6	4,4	4,9

De a nyomelemek, mint a Mn, B, Cu, Zn, stb. sincsenek a táblázatban. Növény táplálási jelentőségüket csak újabban ismerték fel. Hogy a nyomelemekből az átlagtermések mennyit tartalmaznak, arról semmit sem tudunk.

Ezek után egy könnyítő körülményre kell rámutatnunk. Itt terjedelme miatt nem közölhető levezetés szerint a K_2O -on túli táplálóanyagokra is egész egyszerűen megállapíthatjuk a faktorokat (f_Q), feltéve, ha az egyes növényekre a nitrogén faktort (f_N), az átlagtermés által kivont nitrogén (N) és az átlagtermésbe áthasználó ama táplálóanyag-mennyiséget (Q) ismerjük, melyre nézve a faktort megállapítani akarjuk. Az említett adatok között a következő összefüggést találtuk.

$$f_Q = f_N \frac{N}{Q}$$

Vagyis a keresett faktort megkapjuk, ha a nitrogén faktort az átlagtermésbe áthasználó nitrogénnek és a szóban forgó táplálóanyag átlagtermésbe áthasználó mennyiségének hányadosával szorozzuk. E hányados előállításához ismét nem kell okvetlenül a gyökérzettel számított gabonatermés által kivont táplálóanyagot felhasználnunk.

Ezen az úton az egyes nélkülözhetetlen táplálóanyagokra a faktorok a következőknek adódnak.

	CaO	MgO	Na ₂ O
Őszi búza	0,2597	0,3728	0,8450
Őszi rozs.....	0,2156	0,4566	1,1088
Cukorrépa.....	2,321	2,908	1,591

	SO ₂	SiO ₂	Cl
Őszi búza	0,6337	0,0248	0,6306
Őszi rozs.....	0,5749	0,0361	—
Cukorrépa.....	7,027	5,750	5,163

Az átlagtalajt tehát a K_2O -on túli nélkülözhetetlen táplálóanyagokra meg sem kell vizsgálnunk abból a célból, hogy faktorait kihozzuk.

Nem vonatkozik ez a nyomelemekre, amelyeknek az átlagtermésbe áthasználó mennyiségei ismeretlenek, tehát faktorai sem számíthatók. E célból hazai átlagterméseink rendkívül kicsi nyomelem-tartalmát kellene megállapítanunk, és aztán velük a táblázatok jobboldalait szintén kiegészíteni, ami azonban nem a mi feladatunk, de igen fontos volna.

Ha így azután valamennyi, a növénybe bevándorló táplálóanyagra a faktorok megvolnának, elsősorban az országos talajnak — és később minden más talajnak — valamely, a K_2O -on túli »összes« táplálóanyag-féleségéről elemzése után megtudnók, van-e nálunk a nitrogénen kívül olyan más elem, amely a nitrogén minimumát megdöntve, minimális mennyiségben van az átlagtalajban jelen. Ez a nélkülözhetetlen táplálóanyagokra nem valószínű, mert faktorai nagyok, márpedig nagy faktorról tapasztalás szerint minimumban nem lévő, esetleg mennyiségénél fogva már káros táplálóanyag jár együtt. Talán még a SiO_2 volna az, amelyre kis faktoránál fogva gyanunk legjobban kiterjedhetne. Hogy ténylegesen hogyan áll az eset, pl. az átlagtalajra, ennek a K_2O -on túli »összes« táplálóanyag-féleségei kielemezésével lehetne megtudni, ami a CaO -nak már hozzávetőlegesen megtörtént analízisével együtt a nélkülözhetetlen táplálóanyagokra folyamatban van. A mikroelemek királyvízben oldható mennyiségeinek meghatározása az átlagtalajban az ezzel foglalkozó szektorok feladata volna.

A CaO -nak az átlagtalajban még nem eléggé pontos meghatározására vezethető vissza, hogy jelen tanulmányban a K_2O után feltüntetve a CaO még nem szerepel és a számított termések méltatásánál csak utaltunk rá.

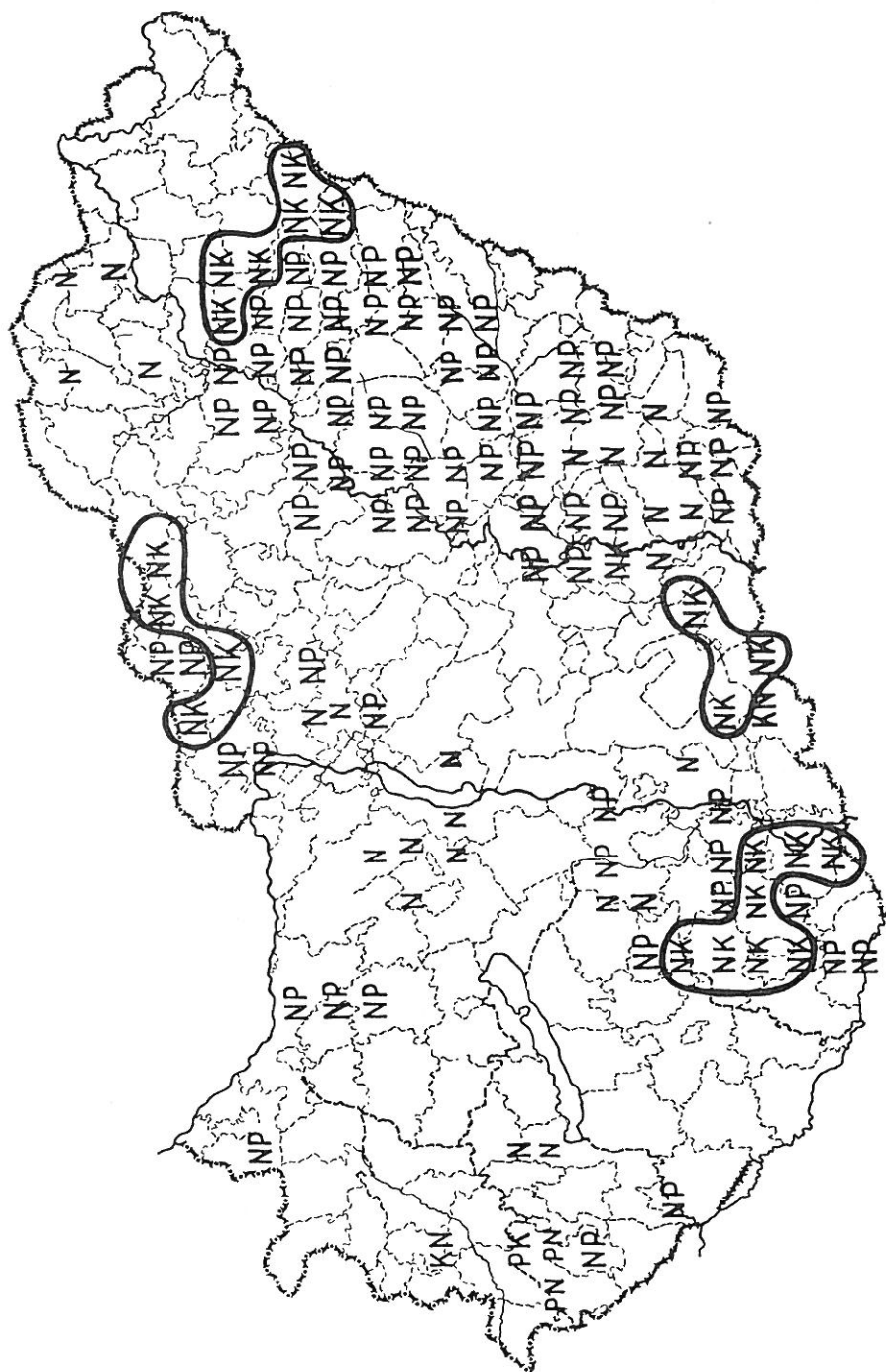
Igen érdekes, hogy a K_2O -on túli táplálóanyagok faktorainak segítségével visszafelé a talaj »összes« táplálóanyag-féléinek mennyiségére következtetni tudunk. Pl. 8,2 q-ás búzatermésnél, ezt osztva a CaO faktoraival 32 mg-ot kapunk, azt az »összes« CaO mennyiséget, amelynek 8,2 q-ás termésnél »a talajban legalább jelen kell lennie«. Ezen az alapon 8,2 q-ás termésnél a talajban lévő »összes« táplálóanyag-mennyiségek mg-okban

CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₂	SiO ₂	Cl
32	22	10	13	3	13

Az eddigi levezetésekből kitűnik, hogy a faktorok és az ezek alapjául szolgáló táblázat jobbra kiterjesztésének elvi akadálya nincs. E célra csak a gyakorlati munka hiányzik amely megállapítaná hogy — a CaO -dal együtt — az eddig tárgyalt négy táplálóanyag közül a minimumban lévő nitrogént fel kell-e számolnunk és egy más minimumban lévő táplálóanyagot kell-e számításainkba minimálisként belehelyettesítenünk?

Nézzük most meg, lefelé hogyan állunk a táblázattal, mert hiszen erre felé is csonka, csak a cukorrépaig terjed. A cukorrépán túl még sok, vagy 50—60 fontos növényünk van, amelyeknél a megválasztás kérdését szintén tisztázni kell.

Mint láttuk, a táblázat lefelé irányuló bővítéséhez szükségünk van a növények országos átlagterméseire, amelyek rendelkezésünkre állnak.



Ezenfelül szükségünk van a *növények ferdeségi számaira*, hogy átlagterméseiket hordó talajok összetételét az őszi búzáéól előállíthassuk. E ferdeségi számok mintegy 30—40 növényre a már említett közleményben megtalálhatók. Előállításuk egyfelől termesztésszisztiikai adatokból történik, másfelől műtrágyázási kísérleti eredményekből is kiértékelhetők, tehát előállításuk kétféle úton lehetséges. Az eddig tárgyalt három növénynél az egyezés a két módszer között jó, de újabb három növénynél, tavaszi zabnál, úrpánál és burgonyánál feldolgozandó műtrágyázási kísérletekből a két módszer között még összehasonlítást kellene tenni. Előrelátható, hogy az egyezés jó lesz, tehát nem látjuk akadályát, hogy a ferdeségi szám meghatározását 30—40 növényre kiterjesszük.

Ami az *áthasonuló táplálóanyag-tartalmakat* illeti, lefelé kiterjesztésük a legfontosabb négy táplálóanyag-félre vagy 15 növénynél már megtörtént. Egyes növényeknél az irodalmi adatok fellelhető mértéke szerint ide a K_2O -on túli nélkülözhetetlen táplálóanyagok (és a mikroelemek is) bevonhatók. Az átlagtermésekbe áthasonuló táplálóanyagok táblázatát érdekesége és az ott talált törvényszerűségek bővebb kifejtése miatt külön, kéziratban lévő közlemény tartalmazza. A növényi átlagtermések nyom-elem-tartalmának meghatározására azonban — mint már jeleztük — a megfelelő szervek közreműködésére volna szükség. Természetesen pontos elemzések kellenének, mert a táplálóanyag-elemzések pontosságában bizonyos lanyhaság tapasztalható. Hiszen az agrokémikusok nem tudják az adatokat gyakorlatilag mire használni, helyesen általában a hatékonyság elérhetetlen, ezért állandó csalódást okozó ábrándja után futnak velük, ami aztán a munkában ernyedtséget okoz.

Összefoglalva a táblázat adatai minden irányban kiterjeszthetők. Ez kívánatos volna, hogy teljes munkát végezzünk. Mi magunk azonban csak annyit tehetünk, amennyi ellátottságunknál fogva módunkban áll és amit tenni egyáltalán bírni tudunk. Így megvalósítható a tökéletes műszaki minimumdézsa bármely talajra és sok növényre, vagy 15 dongával. A dongák most már nem abszolút táplálóanyag-tartalmakat, hanem talajban lévő, termésekben kifejezett, az áthasonulókkal arányosított »összes« táplálóanyag-tartalmakat jelentenek.

Túl hosszú ideig időztünk a táblázat kiterjesztése kérdésénél, ami a felmerülő igen sok más program megoldásában csak csepp a tengerben. Ezzel a kiterjesztés kérdését le is zárjuk, hogy helyette sokkal fontosabb problémák megoldásával foglalkozhassunk.

Felmerül ezek után ismételtlen a kérdés, hogy a *faktorokat mire használjuk?* Arra, hogy a könyvtárakban, tanulmányokban, laboratóriumi jegyzőkönyvekben, elemzési naplóban

eltemetett vagy ezután meghatározandó nagyszámú »összes« táplálóanyag-tartalmi vizsgálati adatokat velük megszorozzuk és az adatokat a durva táplálóanyag-megválasztás céljaira hasznosítsuk. Itt vannak pl. a *Kreybig-féle 1:25 000 léptékű talajtérképek*, a száz és ezer-számra menő »összes« táplálóanyag-tartalmi adataikkal. A térképek három adatot, az összes nitrogént, foszforsavat és kálit adják meg, a mészt, sajnos, hiányzik.

E három táplálóanyag-tartalmat térképlaponként átlagoltuk, majd az így kapott térképlaponkénti adatokat a búza faktoraival beszoroztuk. A számított terméseket ezután, éspedig mindig csak az első és a másodikat, vaktérképre vittük. A harmadik táplálóanyag az, amelyik a feltüntetett kettő után hiányzik. Az egymagában álló táplálóanyag nem elemzett harmadikat, rendszerint nem elemzett kálit jelent.

E térkép szerint, a sok üresen maradt és még térképezetlen vagy térképezésre folyamatban lévő területet nem tekintve, nálunk az első pótlendő táplálóanyag a nitrogén, a második a foszforsav, míg a káli harmadsorba szorul. A térkép szerint kálividékeink is vannak, ahol a káli a második megválasztandó trágya, mint pl. Salgótarján környéke, Közép-Baranya a Dunáig terjedően, sőt az azon túli bácskai rész és a Nyírség. Elsőrendű foszforsav-vidék eddig csak egy helyen, Vas megyében található.

Természetesen az egyes térképlapokon belül a mintavételi helyenként végzett elemzések szerint a helyzet igen változatos. Pl. Mosonmagyaróvár térképlapja általában NP-t jelez. részletekben azonban 1 NP, 2 PN, 1 KN, 1 PK és 4 KP fordul benne elő. Nyíregyháza térképlapján az általános NK-n belül 5 NK, 3 KN és 1 KP található. Ezzel szemben pl. Szarvas általános NP térképlapja meglehetősen egyhangú, amennyiben 12 NP és csak 1 PN található rajta.

A Földtani Intézet jogutódja ezt a térképet az azóta letérképezett adatokkal kiegészíthetné és megszerkeszthetné az ország egész területére szóló térképet, amely megmutatná, hogy az ország mely területeire elsősorban, másodsorban és harmadsorban milyen növényi táplálóanyagokat kell irányítani. És ez volna a térképek közvetlen gyakorlati haszna. Mi, sajnos, egyéb súlyos problémák megoldása miatt, miután az összes táplálóanyag-tartalmak hasznosításának útját megmutattuk, ezzel az aránylag kis problémával tovább nem foglalkozhatunk.

Érdekes megjegyezni, mivelországos viszonylatban elsősorban a nitrogén, másodsorban a foszforsav is pótlendő, a Péli Nitrogénművek törekvése a nitrogén- és foszforsav-tartalmú »kombinált« műtrágyák előállítására ezekkel a megállapításokkal összhangban áll.

A Kreybig-féle térképlapokhoz hasonlóan az 1932—37 évi országos Péli Sókísérletek 212 első évi és talajelemzésekkel alátámasztott

kísérletei kapcsán meghatározott, »összes« táplálóanyag-tartalmi adataival is eljárhatnánk. E kísérletekben azonban csupán az összes nitrogént és foszforsavat, tehát két táplálóanyagot határoztak meg, így a harmadik táplálóanyag kihagyásával a helyzetet csak két táplálóanyag egymásközi mérlegelésével ítélnék meg. Ennek azonban különösebb értelmét nem látjuk.

Természetesen nincs akadálya annak, hogy a közölt számításokkal teljesen hasonló módon az ú. n. »felvehető« vagy bármely más nével ellátott és bármely módon, pl. újabban az Egnér szerint meghatározott táplálóanyag-tartalmakat is ne hasznosítsuk. Ennek csak egy előfeltétele van. Az, hogy a szóbanforgó módon meghatározott táplálóanyagoknak országos átlagát ismerjük. Ilyen országos átlagos táplálóanyag-tartalmakat előállíthatunk pl. az országos Péti Sókísérletek talajelemzéseiből, az alábbi táblázatban közölt táplálóanyag-féleségekre, amelyek közé az összes foszforsavat és összes nitrogént is belevontuk. Az adatok mg-okat jelentenek és 100 g talajra vonatkoznak.

'Sigmond		Neubauer		Összes	Lemmermann		Összes	Nitrátnitrogén
P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	
35,8	22,6	4,7	21,7	135	17,2	14,8	163	0,62

Bár nem tartozik a tárgyhoz, az adatokból első pillanatra szembeszökő, hogy 'Sigmond és Lemmermann oldásereiket mennyire helytelenül választották meg. Az oldószerek kálból kevesebbet oldanak, mint a foszforsavból, holott a növény »felvehető« kálból általában többet igényel. Ezzel szemben Neubauer oldószere realisabb, mert a foszforsavnál több kált von ki a talajból.

E táplálóanyag-formákra a faktorok megállapítása egyszerű. Az »összes« táplálóanyagból számított termést a ferdeségi szám reciprokával szorozott táplálóanyag-formával elosztjuk. Pl. búzá-nál a 'Sigmond-féle P₂O₅-re $f = 16,30 : 35,8 = 0,4553$, vagy a Neubauer káljánál $f = 21,7 : 0,8714$ vagy a nitrát-nitrogénre $f = 8,20 : 0,62 = 13,2258$ stb.

Ezen az alapon a faktorok

	'Sigmond		Neubauer		Összes	Lemmermann		Összes	Nitrát-nitrogén
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N
Őszi búza	0,4553	0,8367	3,4680	0,8714	0,1208	0,9476	1,2770	0,0503	13,2258
Őszi rozs	0,5532	1,0411	4,2150	1,0843	0,1465	1,1516	1,5898	0,0750	19,8096
Cukorrépa	8,188	9,210	62,374	9,592	2,177	17,043	14,065	1,000	261,935

Most aztán itt kérdezhetné valaki, hogy az »összes« táplálóanyagok helyett miért nem a 'Sigmond-, Lemmermann- stb. félebből indultunk ki? Ezek mégis »felvehető«, az »összes«-ek

nem, tehát a számítás realisabb volna. Azért nem, mert a »felvehető« nem egyforma oldódásúak, nem lehet őket emiatt közös nevezőre hozni, ennek hiányában már kiindulásunkkor nagyot botlottunk volna. Ezzel szemben az »összes« táplálóanyagok egyformán királyvizes oldásúak, már pedig az egységes oldás, mint látni fogjuk, a továbbdolgozásnál igen lényeges szempont.

Ezután az 1932—37 évi országos Péti Sókísérletekből, melyeket ismételt hálás közönségünk kifejezésével Sik Károly volt szíves rendelkezésünkre bocsátani, véletlenre bízva növényenként 10—10—10 kísérletet emeltünk ki azokból, amelyeket előzően megbízhatóságra megvizsgáltunk. Sok esetben azonban hiányzott a talajelemzés vagy hiányos volt, tehát újabb kiemeléssel növényként 5—5—5 kísérletre redukáltunk. Ezek talajelemzéseiből, vagyis a 'Sigmond-, Lemmermann-, Neubauer-féle és az összes foszforsavból, valamint a 'Sigmond-, Lemmermann- és Neubauer-kálból és az összes nitrogénből az előbb ismertetett faktorokkal kiszámítottuk a terméseket, majd ezekből

táplálóanyag-féleségenként átlagokat vontunk. Az így számított, q-kban kifejezett terméseket sorrendbe állítottuk. A sorrend alapján végül felírtuk, hogy a táplálóanyagok kiválasztásánál milyen sorrendben kell haladnunk. (Lásd a 2. táblázatot.)

Majd a kísérletekből a 0 parcellához viszonyítva — minden egyes adatot hat adat átlagából — kiszámítottuk a hatásokat. Részint az egymagában álló, részint a kombinációk kivonásával a kombinációban levő műtrágya hatását vettük figyelembe. A q-kban megadott hatásokat csökkenő sorrendben soroltuk egymás után, végül felírtuk az egyes hatásokat létrehozó táplálóanyagokat. Mindeme, részleteikben terjedelmes számítások végzésében és kontrollálásában Széles Gyula aktívtag volt nagy segítségemre.

A táblázat szerint a számított és a talált táplálóanyagok sorrendje nyolc esetben azonos, hét esetben pedig nem. Utóbbi esetekben két felcserélődés a táplálóanyagok sorrendjében

2. táblázat

	Számított sorrend						Talált sorrend					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Őszi búza</i>												
Nagygyombos ..	3,7	8,4	8,4	N	K	P	1,9	1,1	1,1	K	N	P
Hort	5,4	7,0	8,3	N	K	P	1,8	0,9	0,8	N	K	P
Dunapentele...	5,8	7,3	8,3	N	K	P	1,7	1,3	0,9	N	K	P
Nyírbogát	0,9	3,7	4,5	N	K	P	1,6	1,3	1,2	K	N	P
Rácalmás	5,8	7,3	12,0	N	K	P	1,3	1,4	0,5	N	K	P
<i>Őszi rozs</i>												
Kláraháza	3,6	5,8	7,9	N	K	P	3,6	-0,2	-0,2	N	P	K
Nógrádsáp	3,0	4,2	4,4	N	P	K	1,5	1,0	0,6	N	P	K
Doba	2,1	2,5	2,5	P	N	K	0,5	0,0	-0,3	N	P	K
Nyírbéltek	1,0	2,9	5,0	N	K	P	1,5	-0,2	-0,3	N	K	P
Folyás	7,0	8,1	16,9	K	P	N	2,8	0,3	-0,3	P	K	N
<i>Cukorrépa</i>												
Dunavecse	68	165	183	N	K	P	32	-15	-23	N	K	P
Darázslópta ...	45	58	77	N	P	K	4	2	-6	P	N	K
Csány	57	68	70	K	N	P	-4	-7	-9	K	N	P
Nagygyombos ..	68	70	123	N	K	P	8	7	-4	N	P	K
Pereszteg	68	70	82	N	P	K	13	10	9	N	P	K

hátral jelentkezik. Ez súlyosabb ellentmondás mintha ilyen felcserélődést a sorrend elején találunk, ami a táblázat szerint öt esetben fordul elő. Ha ugyanis két táplálóanyagot alkalmazunk — a későbbiek szerint ez lesz az eset —, akkor végeredményben mindegy, hogy ezek milyen sorrendben következnek egymás után. Ennek figyelembevételével a számított és talált sorrend egyezése jónak mondható, vagyis 15 eset közül csupán kettő kifogásolható. A jelek azonban arra mutatnak, hogy ezeket az ellentmondásokat ki is lehet kapcsolni, vagy megkaphatjuk okuk magyarázatát. Tapasztalás szerint, ha a számításoknál nem a nagyon szóródó »felvehető« táplálóanyagokra alapozunk, hanem helyett az »összes« táplálóanyagot vesszük figyelembe, akkor az egyezés jobb. A magyarázat pedig az, hogy a trágyaféle és az adagnagysága is befolyással van a sorrendre. Továbbá — amire még visszatérünk —, hogy a nitrogén a tenyészidő alatt képződik is és helyébe a minimumban utána következő táplálóanyag léphet.

A számított termések kis terméseknek látszanak. Ennek oka az, hogy oly faktorokkal vannak kiszámítva, amelyek a ferdeségi számok segítségével még nem alkalmazkodnak az egyes növényekhez, bár a különböző növényi igények kifejezésre jutnak bennük. A számított termések ezért abszolút nem, csak relatív értelemben megbízhatók.

Ha ezután netán a ferdeségi számok figyelembevételével előállított faktorokkal szoroznók a táplálóanyagokat (mint jelcztük, a számított termések sorrendje ezután is ugyanaz marad) és megpróbálunk pl. a minimumban lévő

számított termést a valódi terméssel fedésbe hozni, akkor igyekezetünk hiábavaló maradna. Azért, mert hiszen a valódi termést még a K_2O -n túli táplálóanyagok, a vetőmagmennyiség, a növényzetet ért vízmennyiség és hőmérséklet is megszabja. Ne is élmodjunk tehát arról, hogy a számított minimális termés és a valódi termés a kutatás mai állásánál számszerűen meg fog egyezni egymással. Ez a körülmény pedig nagy előny, mert egyelőre mentesít bennünket attól, hogy a táplálóanyagok faktorait a táplálóanyagoknak a ferdeségi szám reciprokával szorzása útján állítsuk elő. Ha ferdeségi szám nélkül előállított faktorokkal szorozzuk a táplálóanyag-tartalmakat, a számított termések egyazon növényen belül relatíve igazak maradnak, csupán abszolút — számunkra érdektelen — nagyságuk lesz más.

Arra sincs lehetőség, hogy a durva módszerek segítségével a depressziós eseteket kikapcsoljuk. A kikapcsoláshoz nem a számított terméseket, hanem azt kellene ismernünk, hogy az illető talajon létrejönni szokott valódi termés a termésgörbe csökkenő ágán helyezkedik-e el? Ebben az esetben a depressziós talaj eliminálható és a trágyázásból kikapcsolható volna. Mivel a számított termésekkel egymagukban a terméscsökkenő eseteket nem küszöbölhetjük ki, a durva táplálóanyag-megválasztó módszerekkel a trágyázásra leginkább megfelelő táplálóanyagokat helyes sorrendbe állítással csak előrehozhatjuk, kiválaszthatjuk, ezzel használhatóságukat lényegesen emeljük, amivel egyúttal a depressziós eseteket is lényegesen kisebbítjük, de tökéletesen ki nem zárhatjuk.

A táblázatban látjuk, hogy a harmadik helyen álló táplálóanyag sok esetben okoz depressziós termést, a második helyen szereplő kevésbé, míg az első helyen levőnél depresszió már alig fordul elő. A táplálóanyagoknak ez az előrehozása, helyes sorrendbe állítása a durva táplálóanyag-kiválasztás lényege és jelentősége, ami által a trágyáknak a hatékonysága szerény számítás szerint 1,5-szeresére növekszik. Ez minden q műtrágya után 10 Ft hasznót jelent, tehát minden 10.000 vagon műtrágya után 15 (0—30) millió forintot. Ez az alapja annak, hogy a talaj táplálóanyag-tartalmából a termések számításához szükséges faktorok előállítása és maga az értékelés újításnak minősül.

Közbevetőleg annak a vádnak kiküszöbölésével is foglalkoznunk kell, amely ezután is felelőtlenül elhangozhat, hogy t. i. vizet prédikálva és bort íva a talaj táplálóanyag-tartalmát

a hatásokkal mi is összekapcsoljuk, mint az eddig elmondottakból és különösen a táblázatból kitűnik. Hát ez nem egészen így van, mert a hatás mekkoróságát sohasem hoztuk és hozzuk össze a talaj táplálóanyag-tartalmával, mint ahogy ezt agrokémikusaink teszik, hanem csupán a sorrendbe állított hatásokat használtuk fel a számított termések sorrendjének kontrollálására. tekintet nélkül arra, hogy a hatások abszolút értelemben mekkorák.

Saját magunknak is alkalmunk volt négy közvetlen kísérletben a számítások helyességéről meggyőződni.

Így Várallyay György krisztinamajori kísérleteiben, amelyek talajelemzési adatait ismerjük, a számított termések az alantiak szerint alakultak. Kísérleti növény tavaszi árpa volt, faktora az eddigiek szerint nagyjából a búzáéval egyeznek.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
»Összes« táplálóanyag-tartalom mg/100 g	248	127	232
és	297	305	355
Számított termések	12 47	15,34	14,77
és	14,93	36,84	22,61

	O	P	N	K	PN	PKN
Kísérleti árpatermelés a parcellákon kg	29,0	32,0	36,0	34,0	36,6	34,0
és	19,3	20,5	26,2	23,6	26,5	26 7

Számított sorrend 1. N. 2. K. 3. P

Talált sorrend: 1. N. 2. K. 3. P (36,0,34,0,32,6 ill.,26,2,23,6 és 20,5)

Végeztünk nyolc sorozatban két tenyészedény-kísérletet zabbal, amelynek faktora a rozshoz áll közel. A terméseredményeket viszonyyszámokban adjuk.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
»Összes« táplálóanyag-tartalom mg/100 g	69	96	222
Számított termések	5,17	14,06	17,58

	O	N	P	NP	NK	PK	NPK
Kísérleti eredmények:	100	144	129	144	141	121	142
	± 6,9	± 7,7	± 6,8	± 7,4	± 3,8	± 8,3	± 11,8

Számított sorrend: 1. N. 2. P. 3. K

Talált sorrend: 1. N. 2. P. 3. K (27, 7,—4%)

A talaj meszes vályog volt. Aki az edényeket látta, a feltűnően nagy nitrogénhatáson csodálkozott.

A másik kísérletben:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
»Összes« táplálóanyag-tartalom mg/100 g	93	38	61
Számított termések	6,97	5 56	4 83

	O	N	P	NP	NK	PK	NPK
Kísérleti eredmények	116	111	110	118	118	124	135
	$\pm 7,4$	$\pm 5,2$	$\pm 5,3$	$\pm 3,9$	$\pm 1,9$	$\pm 2,4$	$\pm 6,1$

Számított sorrend: 1. K. 2. P. 3. N

Talált sorrend: 1. K. 2. P. 3. N (12, 6, 5%)

Ez a talaj öntözővíz hatására elmeszesedett, savanyú homok volt.

A számított sorrendek a talált sorrendekkel mind a négy esetben egyeznek.

E példából látjuk, hogy az alkalmazandó táplálóanyagok sorrendjét közvetlenül az adott talajra tudjuk megállapítani az országos talajból kiindulva, típusok közbeiktatása nélkül.

Most még csak egy kérdés van hátra, hogy t. i. a sorrendbe állított táplálóanyagok közül a pótlásnál melyiknél álljunk meg? Ez a kérdés behatárabb megvilágításra szorul.

Láttuk, ha az adott talaj valamely módon meghatározott táplálóanyag-tartalmát ismerjük, az országos adatok segítségével módunkban van számított terméseit megadni, egyelőre három növényre.

Láttuk azt is, bármilyen módszerrel határozzuk is meg a talaj »felvehető« táplálóanyag-tartalmát, e tartalomhoz tartozó faktort is előállíthatjuk a három növényre, ha a táplálóanyagnak megfelelő »összes« táplálóanyagból számított termést és a »felvehető« tartalom országos átlagát ismerjük.

Az a körülmény tehát, hogy hány táplálóanyagra adjuk meg a számított terméseket, kizáróan attól függ, mennyi táplálóanyag-félét határozzunk meg.

Az agrokémia eddig majdnem kizáróan a kálium terjedően állapította meg a talaj táplálóanyag-tartalmát és a kálin túli táplálóanyagokkal nem sokat törődött, talán azért is, mert nem látszanak relatív minimumban levőknek lenni. Ebből következik, hogy általában csak a kálium bezáróan számíthatjuk a terméseket, bár ismétlendő, a kálin túl is a számítás bármely módszerrel kapott bármely táplálóanyaggal elvileg lehetséges és elemzési adatok birtokában gyakorlatilag is végrehajtható.

Kérdésünk tehát a mai agrokémiai beágyazottság húzta jelen dolgozói korlátok miatt oda módosul, hogy a három első, esetleg négy első táplálóanyag közül melyiknek adagolásánál álljunk meg?

E kérdésre adandó válasz szorosan összefügg azzal, vajjon csak az elsőrendű vagy még a másodrendű, avagy a harmadrendű táplálóanyag adagolása is jövedelemmel jár-e? Mivel pedig a jövedelem a hatékonyság mekkoraságának függvénye, a kérdés szorosan kapcsolódik a hatás mértékének a kérdésével. A hatás mekkorasága pedig, mint tudjuk, már nem függ a minimumban levő vagy egyéb kisebbségben levő táplálóanyag-tartalomtól, hanem a talajba

adott trágya táplálóanyagának további viselkedésétől, illetve az abszorpció fokától, a táplálóanyag-gyarapodás mértékétől. Így tehát, ha kérdéseinkre jövedelemszerző trágyázás gyakorlása-kor kívánunk választ kapni, ezt csak hatás-vizsgálatokkal vagyunk képesek kielégíteni, melyek viszont nem képezik vizsgálataink tárgyát. A múlt évben bejelentett program szerint hatásvizsgálatok az ötéves terv második felében kerülnek sorra. Akik a hatás mekkoraságát a közölt tartalomszámításokkal összehasonlítják, az agrokémia sírásói maradnak.

Egy esetben mégis módunkban van az alkalmazandó táplálóanyagok számát megmondani. Éspedig akkor, ha nem jövedelemszerző, hanem hosszabb időre szóló tartalék-trágyázást kívánunk végezni. Ilyenkor a jövedelemre és a hatásra nem nagyon szoktunk figyelemmel lenni, hiszen ezzel a trágyázásban a belterjes felfogásnak adunk helyet.

Valóban itt volna már az ideje, hogy a trágyázásban a kapitalista felfogással szakítsunk és ne a jövedelemben lássuk lényegét. Ennek következménye eddig az volt, hogy a jövedelmezőség miatt kishatású talajokon nem trágyáztunk, s így ezeket a talajokat különleges kezelésben tartva a talajokat kihasználjuk. De a jövedelmezőség hangoztatásával a műtrágyák kiterjedtebb használatának is korlátokat szabunk, amennyiben a már nem jövedelmező többtagú kombinációk, valamint a nem jövedelmező, egymagában adott műtrágya kirekesztését mozdítottuk vele elő. A jövedelemszerzés gondolata tehát egyáltalán nem vált a trágyázás terjesztőjévé. Ellenkezően, határok közé szorította azt. Ideje tehát, hogy gondolkodásunkban és a gyakorlatban is ledöntsük most már a belterjes, nem jövedelemszerző trágyázás útjában álló akadályokat. Ez a trágyázási felfogás magával hozza a jövedelemnek másodsorba helyezését, illetve kiküszöbölését és előtérbe helyezi a trágyákkal, mint termelési eszközökkel üzemeltetett trágyázást, a folyamatos táplálóanyag-ellátás biztosítását. Az új felfogással együttjár, hogy a figyelmet egyidejűen a nehezebben oldható és olcsóbb táplálóanyag-félékre fordíthatjuk, mint a szaruliszt, nyersfoszfát, tőzgepor stb., amivel a trágyázás önköltségét lényegesen csökkenthetjük. Minderről már régebben megjelent »Előrehaladó műtrágyázási politikák« című tanulmányban (4) volt bővebben szó.

Ez a belterjes trágyázási irányzat lesz az, amelyet a durva módszerek tökéletesen kielégítenek.

Ebben az esetben az elemzéssel a forgó minden egyes növényére a táplálóanyagok, majd ezekből a forgóban általában alkalmazandó táplálóanyagok sorrendjét megállapítjuk. Ha talajunk gyenge termőképességű és terméseink általában kicsinyek, 0—8 q-sak, a sorrendben az első 1—2 táplálóanyagot használjuk és inkább istállótrágyázunk, zöldtrágyázunk, azaz a talaj teljes értékű feljavítására kell gondolnunk. Ha közepes viszonyok között gazdálkodunk és terméseink 8—16 q-sak, az első 2—3 táplálóanyaggal látjuk el a talajt. Ha pedig a termések nagyon szoktak lenni, 16—24 q-sak, a táplálóanyagok számát az első 1—2 táplálóanyagra csökkentjük, mert a nagy termések trágyázása depresszióval jár. *Általában pedig az első két táplálóanyag legyen az, amit trágyázás céljából kikeresünk.* Persze, ha a számított mésztermés kicsi, különösen alacsonyabb terméseknél, meszezésre is gondolhatunk. De cinkezésre, bórozásra stb. is, ha majd ezt a birodalmat is feltártuk.

F ü g g e l é k

A faktorszámítás algebrai vázlata

1. Az »apró termés« számítása.

t = országos átlagtermés q/k. hold.

n, p, k, \dots, q, \dots = »összes« nitrogén, foszfor-sav, káli, általában »összes« táplálóanyag-tartalom mg-okban 100 g átlagtalajban (növényenként a ferdeségi szám reciprokával szorozva)

N, P, K, \dots, Q, \dots = a t -be áthasonuló táplálóanyag-mennyiség kg/kat. hold,

$a_n, a_p, a_k, \dots, a_q, \dots$ = a nitrogén, foszfor-sav, kális stb. apró termés q/kat. hold.

$$\frac{t}{N} = \frac{a_n}{n}; a_n = t \frac{n}{N}$$

Ugyanígy a megfelelő adatokkal:

$$a_p = t \frac{p}{P}, a_k = t \frac{k}{K}, \dots, a_q = t \frac{q}{Q}, \dots$$

2. A »számított« termés számítása

$t_N, t_P, t_K, \dots, t_Q, \dots$ = számított nitrogén, foszfor-savas, kális stb. termés.

$$t_N = a_n \frac{t}{a_n}; t_P = a_p \frac{t}{a_p}; t_K = a_k \frac{t}{a_k}, \dots, t_Q = a_q \frac{t}{a_q}, \dots$$

3. Faktorok számítása »összes« tartalmakhoz.

$$f_N = \frac{t_N}{n}, f_P = \frac{t_P}{p}, f_K = \frac{t_K}{k}, \dots, f_Q = \frac{t_Q}{q}, \dots$$

amiből

8

$$t_N = f_N n, t_P = f_P p, t_K = f_K k, \dots, t_Q = f_Q q, \dots$$

Általában még

$$f_Q = f_N \frac{N}{Q}$$

4. Faktorok számítása »felvehető« tartalmakhoz.

$\dots p, k, \dots q, \dots$ = »felvehető« ('Sigmond-, Neubauer- stb. féle) foszforsav, káli stb. táplálóanyag-tartalom mg-okban 100 g átlagtalajban (növényenként a ferdeségi szám reciprokával szorozva).

Általában:

$$f_Q = \frac{t_Q}{q}$$

Összefoglalás

A táplálóanyag-megválasztás durva módjának alapja az, hogy a talaj »összes« táplálóanyag-féleségeit a termésbe bevándorló (a növény által a területegységen felvett) táplálóanyag-mennyiségekkel arányosítjuk, majd az arányosított táplálóanyag-mennyiségeket termésekben fejezzük ki. Az »összes« táplálóanyag-félékből kialakított termések a számított termések, amelyeket az »összes« táplálóanyag-tartalmi adatokból faktorokkal szorzással — egyelőre őszi búzára, rozsra és cukorrépára — közvetlenül is meg lehet kapni. A faktorok csak növény szerint változnak, de bármely talajra alkalmazhatók. A faktorok kiszámításához felhasznált adatok: 1. a növény országos átlagtermése, 2. ferdeségi száma, 3. a növényhez tartozó országos átlagtalaj »összes« táplálóanyag-tartalma és 4. az átlagtermésbe felszívódó táplálóanyagok mennyisége.

A talajelemzési adatoknak a faktorokkal szorzása és a számított terméseknek növekvő sorrendbe állítása után a talajerő-fenntartás vagy -gazdagítás céljából a pótlendő táplálóanyagok sorrendjét állapíthatjuk meg.

A közölt példák szerint nincs akadálya annak, hogy számított terméseket a K_2O -on túli nélkülözhetetlen táplálóanyagokból és nyomelemből is megállapíthassunk, ha a nitrogén termés faktorát és területegységenként a növénybe felszívódó nélkülözhetetlen vagy nyomelem táplálóanyag-mennyiséget ismerjük.

A táplálóanyag-megválasztás durva módja elsősorban már meglévő elemzési adatok felhasználásánál juthat szerephez. Pl. a Kreybig-féle térképlapok »összes« tartalmi adatai számított termésekbe válthatók és velük a bepótlendő táplálóanyagok sorrendje eldönthető. A dolgozatban közölt feltételekkel a faktorokat az úgynevezett »felvehető« tartalmakhoz is meg lehet adni.

A közelítő táplálóanyag-megválasztási eljárás jelentősége az, hogy segítségével az *első-sorban pótlandó táplálóanyagokat kikereshetjük, előrehozhatjuk és így a depressziókat csökkenthetjük*. Az ötéves országos Péti Só kísérletekből taláalomra kivett 15 esetből 13 esetben az egyezés a számított és a talált táplálóanyag-sorrend között jónak mondható. Helyességét négy további, két szántóföldi és két edény-kísérlet is bizonyítja. A még feltalálható ellentmondások kiküszöbölésére a nitrogén értékelése korrigálásra szorul.

DWORAK LAJOS.

Irodalom

1. Dworak, L.: Növ. term. kutszolg. 6. 1. 1943.
2. Dworak, L.: Növ. term. kut. 1. 1947.
3. Dworak, L.: Növ. term. kut. 6. 4. 1947.
4. Dworak, L.: Növ. term. kut. 6. 9. 1948.
5. Dworak, L.: Kéziratban.
6. Weiser és Zaitschek: Takarmányozástan Budapest, 1924.